云 南 植 物 研 究 1992; 14 (1): 49—58
Acta Botanica Yunnanica

竹类果实胚体的比较解剖与系统分类*

胡成华 喻富根 陈 玲
(南京大学，南京 210008)

摘要 11种竹类果实胚体的比较解剖表明其胚型式样是复杂而多样的。胚的类型、胚芽、胚根与盾片的关系，胚体弯曲程度，中胚轴伸长程度以及盾片的大小和形态等特征，对于不同竹种和不同的竹子类群都多少有差异，与传统分类相比可能一致，也可能有矛盾。泰竹、毛竹、水竹、巴山木竹、冷箭竹为平盾或小角胚根，属于原始类群，合江方竹、实竹子、月月竹、箭竹、缺苞箭竹为大角或垂盾胚根，属于进化种类。合江方竹、实竹子、月月竹胚体弯成垂叠状为进化特征，其它种类为直线胚或较少弯曲为原始性状。箭竹、缺苞箭竹的中胚轴明显伸长是晚出的高级类群，其它种类不伸长或较少伸长为原始类群。

关键词 竹子；果实；解剖；系统分类

COMPARATIVE ANATOMY OF BAMBOO EMBRYO AND THEIR SYSTEMATIC CLASSIFICATION

HU Cheng-Hua, YU Fu-Gen, CHEN Ling
(*Nanjing University*, Nanjing 210008)

Abstract The anatomical types of the embryo of the bamboo fruits are variable and complicated. A lot of characters such as the anatomical types of the embryo, the angles between the radicle and scutel, between the plumule and scutel, the curve degree of the embryo, the extension degree of the mesocotyl, and the size, pattern of the scutel, are more or less different among the bambotaxa. Most of those varities tally with the classification based on morphological characters, on the other hand, some contradictions and overlaps exit. Some taxa of bamboos with radicle with acute angle or parallel to scutel, such as *Thyrsostachys siamensis, Phyllostachys pubenscens, P. heteroclada, Bashania fangiana, B. fargesii*, belong to the primitive groups, some others, for instances, *Chimonobambusa hejiangensis, Sinobambusa sichuanensis, Fargesia denudata* are comparativly advanced, since they have radicle with large angle or perpendicular to scutel, some species, e. g., *Chimonobambusa hejiangensis, Sinobambusa sichuanensis, Qiongzhuea rigidula*, have embryo curved together into reduplicative form and they are comparatively more advanced than others. The extension degree of the embryonal axis

1990年12月收稿，1991年2月定稿。
* 国家自然科学基金资助项目。

is a value in evolution. Since the embryo, especially the mesocotyl, of *Fargesia spesacea* and *F. denudata*, are obviously elongated, they are possibly superior group, conversely, taxa with short mesocotyl are primitive group.

Key words Bamboo; Embryo; Anatomy; Systematic classification

世界已知的竹类植物约有 100 属 1 500 种以上，主要分布于亚洲的东南部和南美洲；非洲和大洋洲有部分竹子生长，北美洲仅数种，欧洲则没有竹子分布，那里现有的少数竹子都是近代从其它产竹地区引种栽培的。我国有近 40 属 500 余种竹类植物，属数和种数均占世界竹子数量的三分之一左右。我国一向以竹子文化著称于世，我国竹子 80%以上分布于长江流域及其以南地区，黄河流域及其以北地区分布稀少，仅有少量耐寒的和栽培的种类[1]。

竹类果实的形态与解剖在竹类植物的系统分类和演化上有重要意义[1]。W. Munro 和 Bentham et Hooker 曾先后以竹类果实的外部形态为依据，将竹子划分为亚族（相当于现在的族以至于超族）[2, 3]，Brandis 研究了印度竹子中的藤竹属 *Dinochloa*、思摩竹属 *Melocalamus*、梨竹属 *Melocanna*、群蕊竹属 *Ochlandra* 等 4 属的竹果，指出它们的果实没有胚乳[4, 5]，这使我们进一步认识到竹果结构的多样性和复杂性。Reeder, R. John 发表了 40 种禾本科植物胚的解剖类型和图解[6]。其中有 3 种是竹子胚的解剖及图解，他指出这 3 种竹子胚的解剖类型为“竹型胚”，胚型公式为 P+PP，但是，他于 5 年之后的 1962 年，又发表了 17 种禾本科植物胚的解剖类型和附图，其中有 9 个种是真正的竹子（包括 1957 年所发表的那 3 种竹子在内），他修正了 1957 年“竹型胚”（P+PP）为 F+PP。他的这一研究成果是迄今为止对竹胚认识最全面的，材料也是最多的。此后，薄井研究了 *Sasa nipoonica* 和 *Pleioblastus chino* 胚的解剖特征[7]，F. A. McClure 在他的“竹子”专著的“生殖相”一节中，将竹果分为三大类别并列举这三类竹果各包括哪些属、拍摄了 22 种竹子果实外形照片，但他并未做竹子胚的解剖研究[5]。Soejatah Dransfield 关于藤竹属的研究中，她对于 *Dinochloa trichogona* 的幼果和成熟的果实横切面和 *D. prunifera* 成熟果实的纵切面进行观察并拍摄了照片，指出它的果实不具胚乳[8]，也证实了 Brandis 1907 年所指出的藤竹的果实不具胚乳的事实。T. R. Soderstrom and X. Londono 发表了新的竹属 *Alvimia*，对其中 *A. gracilis* 的果实做了解剖观察并拍摄了照片[9]。R. M. T. Dahlgren 认为 *Arundinaria tecta* 的胚是 P+PP 型并附有详细的图解[10]。此外，王世金等、温太辉等对禾本科(包括竹类）植物的果实形态、淀粉粒类型等等方面的研究并讨论了果实的各种特征与系统分类的关系等，然而他们均未对竹果的解剖、例如胚体的类型、果皮性质、糊粉层结构、胚乳特征等等进行研究[11, 12]。

竹类植物如同所有被子植物一样，在果实的形成和发育过程中，营养的供给首先得到保证，而且它又能得到最好的保护，免受周围恶劣环境及病虫的侵害，因此，果实的性状比较稳定，能够反应不同竹类的固有特征。我们从 1984 年起开始收集竹类植物的果实并对其中 6 种的外部形态、果皮性质、淀粉粒类型及胚体特征等方面开展研究工作。近一、二年间又收集了 30 余种竹果，先后选择 5 种成熟度好、胚体发育完善的竹

果进行研究（二次共 11 种）。研究结果表明：竹类植物胚的结构比通常所认识的特性更为多样、更为复杂，这些特性又与竹类的演化和系统分类有或多或少的联系。

材料和方法

用石腊切片法和冰冻切片法分别处理供试竹果共 11 种（表 1）。材料来源系采自四川、云南、江苏、浙江等地，有少量竹果采自本校标本室的腊叶标本，也得到许多同行专家们的支持。切片方法及过程从略。

供试竹种全部经过正确鉴定。凭证标本存于本校标本室（NUH）或在同行专家所在标本室。

观察内容及结果

1. 胚的解剖类型

Reeder 认为禾本科植物胚的解剖特征有 4 种特点并与系统分类有密切关系：①胚体中维管束走向：进入盾片和进入胚芽的维管束在同一个分歧点分开时为羊茅型，记符号 F，或称为 F 型*（如图 1：1—4），不在同一分歧点分开时（即两者之间有一缺而明显的节间）称为黍型，记符号 P，或称为 P 型（图 1：5—11）。②外胚叶存在时为羊茅型，记+号（图 1：1—11），无外胚叶者为黍型，记−号（本文 11 种中未发现无外胚叶者）。③盾片与胚根鞘愈合者为羊茅型记 F 号（本文 11 种均为黍型），两者分离者为黍型，记 P 号（图 1：1—11）。④胚芽横切面中每片真叶的维管束数目少而且叶的两端不重叠者为羊茅型，记符号 F（图版Ⅰ：8，4 及图版Ⅱ：4，8），胚芽横切面中真叶维管束数目多，真叶两端重叠者（一端覆盖另一端）为黍型，记 P 号（图版Ⅰ：2，4，6，12，图版Ⅱ：2，6，10）。他又指出，这四项特征依次排列与禾本科植物的系统分类有密切关系，他以此作为划分亚科的最重要的依据之一，例如，他把竹类植物归入竹—稻—莪莉禾型（Bambusoid−Oryzoid−lyroid type），即 F+PP、F+FP、F−PP 等。

在我们所观察的 11 个竹种中，发现竹类植物的胚型有 F+PP 型、P+PP 型和少数其它类型（图版Ⅰ、Ⅱ，图 1 及表 2）。

11 种竹子胚体解剖的各项特征如表 2。

根据竹类果实胚体切片和照片绘制的胚纵切面示意图能更清楚地看出其中维管束的走向。

在供试的 11 个竹种中，胚型结构的四项特征里有二项都是共同的，即它们都有外胚叶，它们的盾片与胚根鞘是不愈合的。它们的维管束走向和真叶边缘是否覆盖则会有变化，这些变化有的是明显的，有的是不明显的，更有的为过渡状态（图 1）。

自从 Reeder 提出在禾本科植物的系统分类中采用胚型公式作为重要依据之后，许多学者在不同程度上表示赞同并以此进行禾本科植物的研究工作，胚型的研究也推动了该学科的发展，但是，胚型公式的使用不应该绝对化，竹亚科中的胚型不仅有 F+ PP 型，而且也有 P+PP 型[10]，有时也有其它类型或者可能是两种类型的中间过渡类型。

* "F"为羊茅属*Festuca*，符号"P"为黍属*Panicum*之字首。

表 1. 竹子果实的来源及竹果外形

Table 1. The collections and characters of bamboo fruits

中名	学名	采集号	采集人	采集地点	采集日期	颖果形态							
						果实类型	形状	果长 mm	宽 mm	厚 mm	喙	脐	腹沟
泰竹	*Thyrsostachys siamensis*	—	—	印度	1985	颖果	圆柱形	7.4	2.2	2.0	芒状	三角形	有
云南龙竹	*Dendrocalamus yunnanensis*	无号	薛纪如	云南保山	1990.2	颖果	圆锥形	7.8	4.6	3.7	有	卵形	有
毛竹	*Phyllostachys pubenscens*	无号	马乃训	浙江	—	颖果	圆柱形 稍扁	8.0	1.6	1.1	长	倒卵形	有
水竹	*P. heteroclada*	—	—	湖南益阳	1976.6	颖果	圆柱形	10.0	2.3	2.0	长	倒卵形	有
实竹子	*Qiongzhuea rigidula*	无号	刘云清	四川沐县	1981.5.12	颖果 浆果状	长圆柱形	6.7	4.8	4.8	无	不明显	无
合江方竹	*Chimonobambusa hejiangensis*	无号	刘文德	四川	1985	颖果 浆果状	橄榄形	9.5	4.5	3.7	脱落	不明显	有
月月竹	*Sinobambusa sichuanensis*	83113	易同培	四川灌县	1983.6	颖果	棱形	8.5	3.3	3	短小	不明显	无
冷箭竹	*Bashania fangiana*	无号	史军义	云南汶川	1983.11	颖果	橄榄形	6.3	1.3	1.1	无	卵形	有
巴山木竹	*Bashania fargesii*	无号	刘潮卓	四川通江	1977.6	颖果	纺锤形	11.0	3.5	2.6	无	倒卵形	有
箭竹	*Fargesia spathacea*	85410	易同培	四川巫溪	1985.5	颖果	橄榄形	7.0	2.3	1.8	有	三角形	有
缺苞箭竹	*Fargesia denudata*	无号	易同培	四川	1989	颖果	纺锤形	6.0	1.8	1.5	短	卵形	有

表 2.　　竹子胚体解剖特征

Table 2. The anatomical characters of bamboo embryo

中　　名	学　　名	胚　型	胚芽与盾片关系				胚根与盾片关系				胚体弯曲程度					胚轴伸	盾片大小
			平盾	小角	大角	垂盾	平盾	小角	大角	垂盾	直线	小弯	垂直	大弯	重叠	长程度	和 形 态
泰　　竹	*Thyrostachys siamensis*	F+PP	✓					✓			✓					不伸长	短　厚
云南龙竹	*Dendrocalamus yunnanensis*	F+PP			✓				✓					✓		不伸长	窄　弯
毛　　竹	*Phyllostachys pubenscens*	F+PP	✓						✓			✓				不伸长	窄　弯
水　　竹	*P. heteroclada*	F+PF		✓					✓			✓				稍伸长	短　厚
实 竹 子	*Qiongzhuea rigidula*	P+PF				✓				✓					✓	稍伸长	不规则
合江方竹	*Chimonobambusa hejiangensis*	P+PP				✓				✓					✓	稍伸长	不规则
月 月 竹	*Sinobambusa sichuanensis*	P+PP				✓				✓					✓	稍伸长	不规则
冷 箭 竹	*Bashania fangiana*	P+PF	✓				✓				✓					稍伸长	短　厚
巴山木竹	*B. fargesii*	接近 P+PP		✓				✓				✓				稍伸长	短　厚
箭　　竹	*Fargesia spathacea*	P+PF		✓					✓			✓				甚伸长	不规则
缺苞箭竹	*F. denudata*	P+PP		✓						✓			✓			甚伸长	不规则

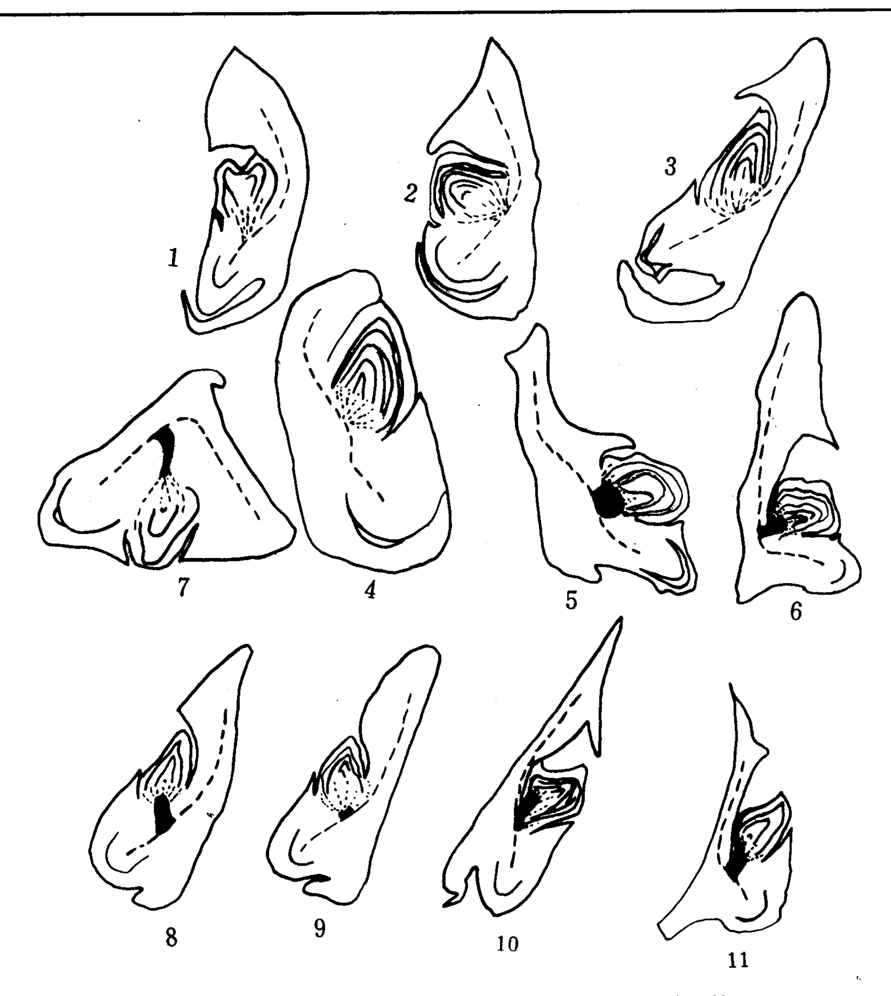


图 1. 11 种竹胚纵切面示意图(虚线示维管走向,墨带示中胚轴)

Fig.1 The analytical figure of longitudinal section of Bamboo embryo

1.泰竹 *Thyrsostachys siamensis;* 2.云南龙竹 *Dendrocalamus yunnanensis;* 3.毛竹 *Phyllostachys pubenscens;* 4.水竹 *P. heteroclada;* 5.实竹子 *Qiongzhuea rigidula;* 6.合江方竹 *Chimonobambusa hejiangensis;* 7.月月竹 *Sinobambusa sichuanensis;* 8.冷箭竹 *Bashania fangiana;* 9.巴山木竹 *B. fargesii;* 10.箭竹 *Fargesia spathacea;* 11.缺苞箭竹 *F. denudata*

2.胚芽与盾片的关系

胚芽与盾片的关系指的是胚芽和盾片长轴间的夹角。它们可能是平行或近于平行的(小于 10°)，称为“平盾胚芽” (the plumule with parallel to scutel), 10°—45°角的为“小角胚芽”(the plumule with little angle), 45°—80°角的为“大角胚芽”(the plumule with large angle), 80°角以上者为“垂盾胚芽”(the plumule with perpendicular to scutrl)，泰竹、毛竹、冷箭竹为平盾胚芽（图版Ⅰ：1，5，Ⅱ：3)，水竹、巴山木竹、箭竹、缺苞箭竹等为小角胚芽（图版Ⅰ：7，Ⅱ：5，7，9)，云南龙竹为大角胚芽（图版Ⅰ：3)，实竹子、合江方竹、月月竹等为垂盾胚芽（图版Ⅰ：9，11，Ⅱ：1)。种子植物的幼胚和原始的被子植物胚体大多是小型的，胚芽夹在子叶之间（双子叶植物）呈

平直的直线形。由此可推知大角胚芽和垂盾胚芽应该是进步特征，小角和平盾胚芽则属于原始特征。

3.胚根与盾片的关系

胚根与盾片通常都有一定的交角。我们设定小于10°角的为"平盾胚根"(the radicel with parallel to scutel); 10°—45°角的为"小角胚根"(the radicel with little angle), 45°—80°角者为"大角胚根"(the radicel with large angle), 大于80°角的为"垂盾胚根"(the radicel with perpendicular to scutel)。泰竹、冷箭竹、巴山木竹为平盾或小角胚根（图版Ⅰ：1，Ⅱ：3，5），云南龙竹、毛竹、水竹、箭竹为大角胚根（图版Ⅰ：3，5，7，Ⅱ：7），实竹子、合江方竹、月月竹、缺苞箭竹等为垂盾胚根（图版Ⅰ：9，11，Ⅱ：1，9）。如前所述，我们可以推论，平盾胚根和小角胚根是原始的，大角胚根是比较进化的，垂盾胚根是晚出的、进一步特化的类型。

4.胚体的弯曲程度

胚根、胚轴和胚芽略成一直线的称为"直线胚"(the line embryo)。在胚体发育过程中一些种类的胚体出现弯曲，甚至可能弯成直角甚至到180度。我们设定小于10°的为直线胚，10°—80°者为"小弯胚"(the little bent embryo), 80°—100°的为"垂直胚"(the perpendicular embryo), 100°—170°的为"大弯胚"(the large bent embryo)，大于170°者为重叠胚"(the overlap embryo)。泰竹、冷箭竹为直线胚（图版Ⅰ：1，Ⅱ：3），毛竹、水竹、巴山木竹、箭竹等为小弯胚（图版Ⅰ：5，7，Ⅱ：5，7），缺苞箭竹为垂直胚（图版Ⅱ：9），云南龙竹为大弯胚（图版Ⅰ：3），实竹子、合江方竹、月月竹等为重叠胚（图版Ⅰ：9，11，Ⅱ：1）。

在种子植物的胚体发育过程中，初期通常是直的，具弯曲胚的种类是后来形成的。植物分类学家早已认识一些原始类群的胚体是直线式或近于直线式的。一些比较进化种类的胚体会出现弯曲现象。

5.胚轴伸长程度

在竹类果实中，胚体发育成熟后多少有点伸长，尤以中胚轴为明显，这是竹胚解剖性质上的重要性状之一并可能反映其演化方向和演化水平。王世金等[11]认为胚期时中胚轴发达的种类表现为胚比大，在幼苗期中胚轴的延伸也显著，胚期的中胚轴不发育或发育微弱的种类表现为胚比小，在幼苗期有的幼苗不延伸，有的仅稍有延伸。实竹子、合江方竹、月月竹的胚轴延伸较明显（图版Ⅰ：9，11，Ⅱ：1），箭竹、缺苞箭竹的胚轴延伸最为显著（图版Ⅱ：7，9）。胚轴不发育或发育微弱的是为原始特征，胚轴延伸明显的是进化特征[11]，这大概也是许多人能够接受的观点。

6.盾片的大小和形态

从胚体的发育的观点来看，子叶的发育是直接吸收胚乳营养的结果，无胚乳种子是由于胚乳被子叶吸收殆尽所致[13]。因此，含有大量胚乳的种子是原始的，胚乳被吸收以至于完全没有胚乳的种子是晚出的、进化的[1, 13]。我们所观察的11种竹果都是有胚乳的，然而这些竹果的盾片的大小和形状是有差别的。泰竹、云南龙竹、毛竹、水竹、井岗寒竹、巴山木竹的盾片短而直或稍弯，其大小与胚体相近或稍大（图版Ⅰ：1，3，5，7，Ⅱ：3，5），箭竹、缺苞箭竹的盾片狭长而不规则，长度可相当于胚体的

二倍（图版Ⅱ：7，9），实竹子、合江方竹的盾片为不规则型，长度亦可近于胚体的二倍（图版Ⅰ：9，11），月月竹的盾片短而厚，形态特殊（图版Ⅱ：1）。盾片长而大的、厚的、不规则的可能是较为进化的特征。

竹果胚体的解剖与系统分类

实验证明竹类果实胚体解剖式样是复杂而多样的。由于胚体解剖特征比较稳定，所以可以作为竹类植物系统分类的重要依据。同时我们也能够根据现代植物学理论（包括胚的进化理论）去研究和探索竹类植物的演化方向和演化水平。然而我们必须指出，胚的解剖特征只是研究和划分竹类植物的分类群及其演化关系的重要依据而不是唯一的依据。要正确地划分其分类群和确定演化关系还必须综合考虑其它特征，例如形态的（地下茎类型、分枝状况、花序结构……）、解剖的（根、茎、叶的解剖特征、叶表皮微形态……）和生理的、生态的、分布的以及化学的、细胞的等等特征，否则就可能导致错误的结论。由于收集竹子果实比较困难，已收集到的竹果又常因不成熟、虫食或霉烂等原因而失去研究价值。所以，只凭十几种（连同已经报道的也仅有20余种）竹果胚的解剖去确定和划分它们之间的亲缘和类群显然是有很大欠缺的，或者可能是片面的。但是，我们仍然认为竹胚的解剖特征是稳定而有价值的，是划分竹子分类群和研究竹类的系统演化关系的重要依据。

1.胚型在分类和演化上的意义

竹类植物的胚型可划分为两大类，即F+PP型和P+PP型，少数种类的叶片较窄而边缘不复盖。这两种胚型的差别在于胚体中维管束的走向不同，即通向胚芽和通向盾片的维管束是否在同一水平面上，具体地说，它们之间有一段短小的节间为P+PP型，没有则为F+PP型。详加分析实验结果可以发现，这一节间的有无和长短似乎也与胚轴的伸长有一定联系，节间存在时，胚轴就伸长，反之就不伸长或不明显伸长，胚轴伸长的种类大多属于P+PP型，不伸长的多属于F+PP型，不明显伸长的有过渡现象。王世金等[11]认为胚轴伸长的种类其胚比大，不伸长的则胚比就小，而胚比大的是进化特征，小的为原始特征。因此P+PP型较F+PP型更为进化。这与传统分类完全一致。

2.胚体的弯曲程度与进化的关系

胚芽与盾片、胚根与盾片的关系等特点与胚体弯曲程度有相近的意义，所以一并在此讨论。泰竹、毛竹、水竹、巴山木竹、冷箭竹等为小弯或直线胚，是原始的种类，合江方竹、实竹子、月月竹等胚体弯成重叠状，它们是进化的类群，这一结论与传统的观点和分类系统基本上是一致的。但是，属于原始类群的云南龙竹的胚体是弯曲的，而属于比较进化类群的巴山木竹、冷箭竹的胚体却是直线胚或小弯胚。我们认为：首先，进化的方向、路线和速度对于不同的种类和类群可能存在差异。由于环境的变迁、地理形态的影响或基因型的改变等原因使性状的演进有“协同进化”的一面，又有“非协同进化”的现象，即进化并不是齐头并进的。上述现象的出现可能与之有关。其次，我们发现，在同一较大类群中，胚体的弯曲度与进化有密切关系。具有假花序和合轴丛生的原始竹类中泰竹更为原始，而云南龙竹则较为进化。在具有假花序、单轴或复轴型地下茎的类

群中毛竹、水竹是原始的，而合江方竹、实竹子、月月竹等胚为重叠状，是进化的；在具有真花序和单轴或复轴地下茎的较为进化的类群中，巴山木竹、井岗寒竹（直线胚或小弯胚）是原始的，由于未收集到这一类群中较为进化种类的果实而不能得出结论，然而我们予计苦竹属 *Pleioblastus Nakai*、箬竹属 *Indocalamus* Nakai，赤竹属 *Sasa* Makino et Shibata 等可能具有弯曲度较大的胚体。二种箭竹具有真花序和合轴有假鞭的竹类之胚，胚体弯曲而且胚轴明显伸长为最进化的种类。上述情况也都与目前分类的观点相符合。

3.盾片形态与竹子的分类有某些关系

泰竹、云南龙竹、毛竹、水竹等盾片短或狭，形态变化不大，合江方竹、实竹子、箭竹、缺苞箭竹等的盾片长而不规则，它们是比较进化的类群，月月竹盾片短而不规则，比较特殊。巴山木竹、冷箭竹的盾片短而直，是原始性质，可能是和它们具有直线胚型相关。由于盾片的形态变化幅度较大，类群之间有不少过渡类型，所以在划分类群时只能作为次要特征。

以胚体解剖为特征的11种(8属)检索表

1.胚型为F+PP型，水竹为F+PF型，胚轴不伸长或不明显伸长，除云南龙竹为大弯胚外，胚体为直线胚或小弯胚
 2.胚体为直线胚 ………… 泰竹 Thyrsostachys siamensis
 2.胚体为小弯胚或大弯胚
  3.胚体为大弯胚 ………… 云南龙竹 Dendrocalamus yunnanensis
  3.胚体为小弯胚
   4.胚芽中真叶片的一边覆盖另一边 ………… 毛竹 Phyllostachys pubenscens
   4.胚芽中真叶片的一边不覆盖另一边 ………… 水竹 P. heteroclada
1.胚型为P+PP型或有变化，胚轴伸长，除井岗寒竹和巴山木竹外，胚体甚弯曲
 5.胚体为直线胚或为小弯胚，胚轴稍伸长
  6.胚为P+FF型，直线胚，胚芽中真叶片不覆盖 ………… 冷箭竹 Bashania fangiana
  6.胚为P+PP型，小弯胚，胚中真叶片覆盖 ………… 巴山木竹 B. fargesii
 5.胚体明显弯曲，胚轴伸长
  7.胚体弯成重叠状，胚轴伸长
   8.胚芽的真叶片不覆盖 ………… 实竹子 Qiongzhuea rigidula
   8.胚芽的真叶片覆盖
    9.胚芽的真叶片覆盖多，盾片窄长 ………… 合江方竹 Chimonobambusa hejiangensis
    9.胚芽的真叶片覆盖少，盾片短厚 ………… 月月竹 Sinobambusa sichuanensis
  7.小弯胚或垂直胚，胚轴极伸长
   10.小弯胚 ………… 箭竹 Fargesia spathacea
   10.垂直胚 ………… 缺苞箭竹 F. denudata

致谢 马黎明同志参加部分竹果胚体的制片工作。在我们收集竹类果实的过程中得到耿伯介、薛纪如、王正平、温太辉、易同培等各位教授的大力支持与慷慨馈赠。

参考文献

〔1〕耿以礼等. 中国主要植物图说——禾本科. 北京：科学出版社，1959
〔2〕Munro W. Monograph of the Bambusaceae, Trans Linn. Soc. v, 26, 1868.
〔3〕Bentham G, Hooker J D. Flora of British India, v. 5, 1897

〔4〕 Brandis D. On some Bamboos in Martaban Indian Forester, v. xxxII, 1907.
〔5〕 McClure F A. The bamboos——a fresh perspective, Cambrige: Harvard Univ. Press, 1966: 82—143 ("竹子生殖相"已译成中文，洪效训译耿伯介校.《竹子研究汇刊》1982; **1**(2)：104—116; 1983; **2**(2)：119—136)
〔6〕 Reeder R John. The embryo in grass systematics, *Amer Journ Bot* 1957; **44**(9)：756—768
Reeder R John. The bambusoid embyro: A Reappraisal l.c. *Amer Journ Bot* 1962; **49**(6)：639—641
〔7〕 Usui Hiroshi(薄井宏). Study of the embyro on *Sasa nipponica* and *Pleioblastus chino*. *Journ Jap Bot* 1957; **32**：193—200
〔8〕 Dransfield Soejatah. The genus Dinochloa (Gramineae: Bambusoiseae) in Sabah. *Kew Bulletin* 1981; **36(3)**：613—633
〔9〕 Soderstrom R Thomas, Londono X. A morphological study of Alvimia (Poaceae: Bambuseae), A new Brazilian Bamboo genus with Fruits, *Amer Journ Bot* 1988; **75** (6)：817—839
〔10〕 Dahlgren R M T et al. The Families of the Monoctyledons. Belin: Springer-Verlag, 1985.
〔11〕 王世金等. 中国主要禾本科植物颖果形态的基本类型与系统分类. 植物分类学报 1986; **24** (5) ：327—345
〔12〕 温太辉等. 竹类果实与淀粉粒形态及系统位置. 植物分类学报 1989; **27** (5) ：365—377
〔13〕 胡适宜. 被子植物胚胎学. 北京: 人民教育出版社, 1982.

图版说明

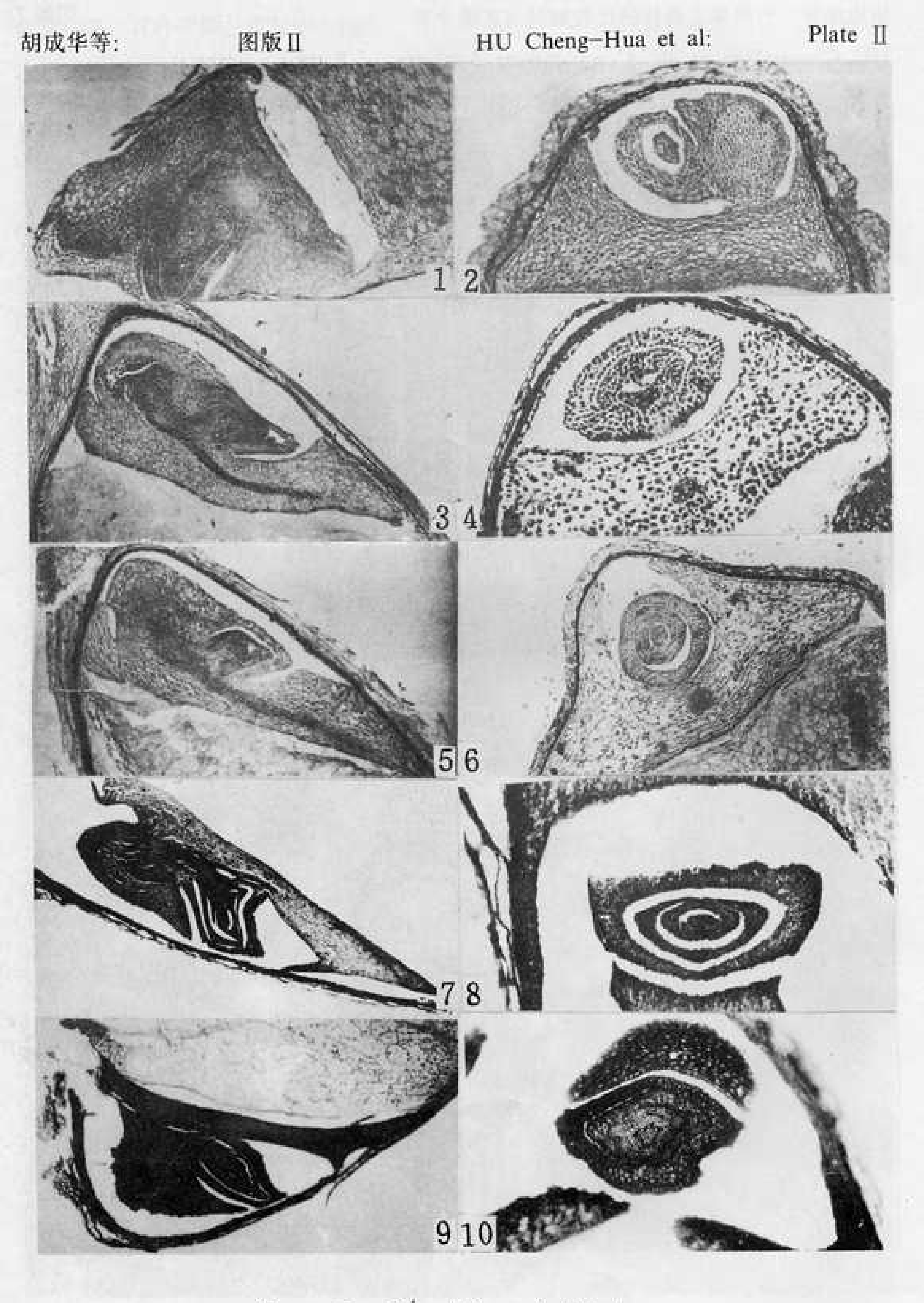
图版Ⅰ 1、3、5、7、9、11 胚纵切面; 2、4、6、8、10、12 胚芽横切面 (×240)。1.2 泰竹, 胚型 F+PP, 平盾胚芽, 小角胚根、直线胚; 3、4.云南龙竹, 胚型 F+PP, 大角胚芽, 大角胚根、大弯胚; 5、6.毛竹, 胚型 F+PP、平盾胚芽, 大角胚根、小弯胚; 7、8.水竹, 胚型 F+PF, 小角胚芽, 大角胚根、小弯胚; 9、10.实竹子, 胚型 P+PF, 垂盾胚根、垂盾胚芽、重叠胚; 11、12.合江方竹, 胚型 P+PP, 垂盾胚芽, 垂盾胚根、重叠胚。
图版Ⅱ 1、3、5、7、9.胚纵切面; 2、4、6、8、10.胚芽横切面 (×240)。1、2.月月竹, 胚型为 P+PP、垂盾胚芽, 垂盾胚根、重叠胚; 3、4.冷箭竹, 平盾胚芽, 平盾胚根, 直线胚; 5、6.巴山木竹, 胚型 P+PP, 小角胚芽, 小角胚根, 小弯胚; 7、8.箭竹, 胚型 P+PF, 胚型 P+PF, 小角胚芽, 大角胚根, 小弯胚: 9、10.缺苞箭竹, 胚型 P+PP.小角胚芽, 垂盾胚根, 垂直胚。

Explanation of plates

Plates Ⅰ 1.3.5.7.9.11. is the longitudinal section of the embryo; 2.4.6.8.10.12. is the transverse section of the plumule (×240). 1.2. *Thyrsostachys siamensis:* The embryo type F+PP, The plumule with parallel to scutel, The radicel with little angle, The line embryo; 3.4 *Dendrocalamus yunnanensis:* The embryo type F+PP, The plumule with large angle, The radicel with large angle, The large bent embryo; 5.6. *Phyllostachys pubenscens:* The embryo type F+PP, The plumule with parallel to scutel, The radicel with large angle, The little bent embryo; 7,8. *P. heteroclada:* The embryo type F+PF, The plumule with little angle, The radicel with large angle, The little bent embryo; 9.10 *Qiongzhuea rigidula:* The embryo type P+PF, The plumule with perpendicular to scutel, The radicel with perpendicular to scutel, The overlap embryo; 11.12 *Chimonobambusa hejiangensis:* The embryo type P+PP, The plumule with perpendicular, scutel, Thenradicel with perpendicular to scutel, The overlap embryo.
Plates Ⅱ 1.3.5.7.9. is the longitudinal section of the embryo; 2.4.6.8.10 is the transverse section of the embryo. (×240). 1.2. *Sinobambusa sichuanensis:* The embryo type P+PP, The plumule tuith perpendicular to scutel, The radicel with perpendicular to scutel The overlap embryo; 3.4. *Bashania fangiana:* The plumule with parallel to scutel. The radicel with parallel to scutel, The line embryo; 5.6. *B. fargesii:* The embryo type F+PP, The plumule with little angle, The radicel with little angle, The little bent embryo; 7.8. Fargesia spathacea: The embryo type P+PF, The plumule with little angle, The radicel with large angle, The little bent embryo; 9.10. *F. denudata:* The embryo type P+PP, The plumule with little angle, The radicel with perpendicular to scutel, The perpendicular embryo.

1 3 5
2 4 6
7 9 11
8 10 12

See explanation at the end of text



See explanation at the end of text